

**QUÍMICA**
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 3

Miércoles 12 de noviembre de 2008 (mañana)

1 hora 15 minutos

Número de convocatoria del alumno

0	0							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas de dos de las Opciones en los espacios provistos. Puede continuar con sus respuestas en hojas de respuestas. Escriba su número de convocatoria en cada una de las hojas de respuestas, y adjúntelas a este cuestionario de examen y a su portada empleando los cordeles provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas correspondientes de la portada de su examen las letras de las Opciones que ha contestado y la cantidad de hojas de respuestas que ha utilizado.



Opción B – Medicinas y drogas

B1. La aspirina y la heroína son analgésicos. En la tabla 21 del Cuadernillo de datos hallará sus estructuras.

- (a) Explique por qué ambas, la aspirina y la heroína, pueden describirse como ésteres. [1]

.....

- (b) Describa el modo de acción de cada uno de los dos analgésicos. [4]

aspirina

heroína

- (c) Indique un efecto secundario importante de la aspirina. [1]

.....

- (d) El consumo de heroína puede conducir a tolerancia. Describa qué se entiende por *tolerancia* y explique por qué constituye un problema especialmente peligroso en el caso de la heroína. [2]

.....

B2. El hidróxido de magnesio, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, y el hidrógenocarbonato de sodio, NaHCO_3 , son dos antiácidos comunes.

- (a) (i) Para cada uno de estos antiácidos, indique una ecuación que muestre cómo ellos neutralizan el exceso de ácido clorhídrico en el estómago. [2]

.....

- (ii) Explique cuál será más efectivo como antiácido: 0,01 moles de hidróxido de magnesio o 0,01 moles de hidrógenocarbonato de sodio. [1]

.....

- (b) Los antiácidos frecuentemente contienen alginatos y agentes antiespumantes. Explique sus funciones. [2]

alginatos

 agentes antiespumantes

- B3.** (a) Resuma las principales aportaciones de Florey y Chain en el desarrollo de la penicilina. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

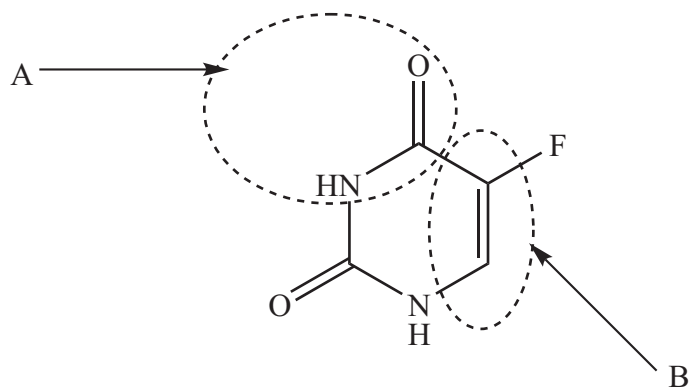
- (b) La penicilina original se conoce como penicilina G. Indique **dos** ventajas de la producción de penicilinas con cadenas laterales modificadas en comparación con la penicilina G original. [2]

.....

.....

.....

- B4.** El 5-fluorouracilo es una droga que ha sido usada durante algunos años para tratar el cáncer de intestino y colon. A continuación se muestra la estructura del 5-fluorouracilo con dos de sus grupos funcionales marcados con un círculo y rotulados A y B.



- (a) Identifique los grupos funcionales A y B. [2]

A

B

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B4: continuación)

- (b) Indique y explique si el 5-fluorouracilo puede existir en forma de isómeros geométricos. [1]

.....

Más recientemente el cisplatín ha suplementado o reemplazado al 5-fluorouracilo para tratar estos tipos de cáncer. En la tabla 21 del Cuadernillo de datos encontrará la estructura del cisplatín.

- (c) Dibuje la estructura del **trans**platín. [1]

- (d) Sugiera por qué el transplatín, a diferencia del cisplatín, no es efectivo como droga anticancerígena. [1]

.....

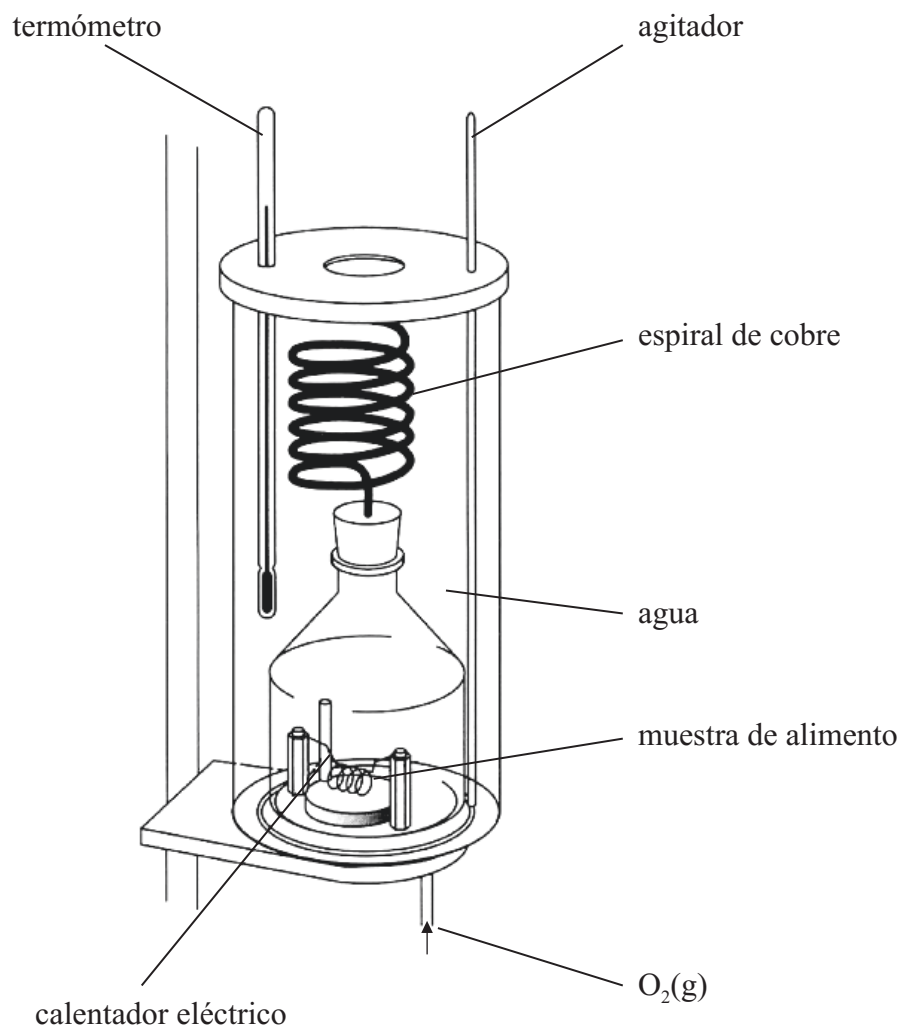
- (e) En la tabla 21 del Cuadernillo de datos encontrará las estructuras químicas de las siguientes drogas: paracetamol (acetaminofeno), ibuprofeno, anfetamina, cafeína, lidocaína y mescalina. Deduzca cuál/cuáles de estas seis drogas puede/pueden existir en forma de enantiómeros. [2]

.....

Opción C – Bioquímica humana

- C1.** En el lateral de un envase de cereales para desayuno se indica que 45,0g de cereales proporcionan 649 kJ de energía.

Para constatar este valor, un estudiante realizó la combustión de 2,19 g de los cereales en un calorímetro para alimentos.



El calor producido provocó un aumento de la temperatura de 11,2°C a 600 g de agua contenida en el calorímetro. La capacidad calorífica específica del agua = 4,18 J g⁻¹ K⁻¹.

- (a) (i) Calcule el contenido energético de 45,0g de los cereales para desayuno. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta C1: continuación)

- (ii) Sugiera **dos** razones por las que el resultado obtenido no fue completamente exacto. [2]

.....

- (b) En el lateral del envase de cereales se indica que parte de la energía proviene tanto de grasas saturadas como de insaturadas.

- (i) Escriba la fórmula estructural de una grasa, usando R para representar un grupo alquilo. [1]

- (ii) Describa cómo se diferencia la estructura de una grasa insaturada de la de una grasa saturada. [1]

.....

- (iii) Las grasas con frecuencia se caracterizan por su número de yodo. Se determinó que 7,61 g de yodo, I_2 , reaccionaron con 0,0100 moles de una grasa insaturada de los cereales para desayuno. ¿Qué se puede deducir a partir de esta información sobre la estructura de esta grasa insaturada de los cereales para desayuno? [2]

.....

C2. En el Cuadernillo de datos hallará la estructura de la vitamina D.

(a) Explique por qué no es correcto clasificar a la vitamina D como un esteroide. [1]

.....

(b) Explique por qué la vitamina D es soluble en grasa a pesar de contener un grupo polar –OH. [1]

.....

(c) Describa y explique qué se observará en los niños que sufran déficit severo y prolongado de vitamina D. [2]

.....

C3. (a) Indique qué se entiende por *hormona*. [1]

.....

(b) El estradiol es una hormona particular. Indique en qué parte del cuerpo se produce el estradiol. [1]

.....

(c) En la tabla 22 del Cuadernillo de datos hallará las estructuras del estradiol y la testosterona.

(i) Nombre **un** grupo funcional presente en el estradiol pero ausente en la testosterona. [1]

.....

(ii) Nombre **dos** grupos funcionales presentes en la testosterona pero ausentes en el estradiol. [1]

.....

C4. En los seres humanos, la concentración de iones potasio en el interior de la célula es mayor que la del exterior, mientras que la concentración de iones sodio fuera de la célula es mayor que en el interior de la misma. Para mantener esta diferencia el cuerpo usa una bomba de sodio-potasio. La bomba consiste en una proteína a la que los iones metálicos se pueden unir.

- (a) Indique **una** razón por la que es preciso mantener esta diferencia entre las concentraciones de sodio y potasio. [1]

.....

- (b) Explique la importancia del radio del ion potasio comparado con el del ion sodio para el funcionamiento de la bomba. [2]

.....

C5. (a) Explique qué se entiende por los términos $V_{\text{máx}}$ y K_m en la ecuación de Michaelis-Menton que se usa en cinética enzimática. [2]

$V_{\text{máx}}$

 K_m

- (b) Indique y explique qué efecto produce sobre los valores de $V_{\text{máx}}$ y K_m el agregado de un inhibidor no competitivo a una reacción catalizada por enzimas. [4]

.....



Opción D – Química ambiental

- D1.** (a) Explique por qué el dióxido de carbono es un gas de invernadero mientras que el nitrógeno, que es el principal constituyente del aire, no lo es. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Los animales de granja, como las vacas, también pueden contribuir significativamente al calentamiento global produciendo metano. Sugiera por qué las vacas principalmente convierten la hierba en metano en vez de dióxido de carbono y agua. [1]

.....

.....

- (c) Enumere **dos** gases distintos, aparte del dióxido de carbono y el metano, que también contribuyan al calentamiento global. [1]

.....

.....

- (d) El calentamiento global también se ve afectado por la presencia de partículas en la atmósfera. Resuma cómo las partículas pueden afectar la temperatura terrestre. [2]

.....

.....

.....

.....



- D2.** (a) Cuando la lluvia cae, disuelve y reacciona con parte del dióxido de carbono presente en el aire formando ácido carbónico, $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$. Explique por qué el agua de lluvia que sólo contiene ácido carbónico no es clasificada como lluvia ácida. [2]

.....

- (b) Enumere **dos** ácidos provenientes de diferentes fuentes que se encuentran en la lluvia ácida e indique **una** fuente principal debida a la actividad humana para cada ácido. [2]

.....

- (c) La lluvia ácida puede deteriorar los edificios que contengan carbonato de calcio o carbonato de magnesio. Escriba la ecuación **iónica** que representa la reacción de los iones hidrógeno acuosos con los iones carbonato. [1]

.....

- (d) La lluvia ácida altera el suelo. Explique qué efecto tiene esto sobre el crecimiento de las plantas. [2]

.....

D3. Un grupo de contaminantes que se puede encontrar en el agua se conoce como PCB. Éstos provienen de transformadores eléctricos desechados y otros equipos eléctricos. Ellos pueden provocar cáncer y también afectar los sistemas inmunológico y reproductivo de los seres humanos.

(a) Indique qué significa PCB. [1]

.....

(b) Otros contaminantes que se encuentran en el agua son los compuestos de cadmio. Indique **dos** fuentes de compuestos de cadmio que se encuentran en aguas contaminadas. [1]

.....

(c) La toxicidad de los contaminantes como los PCBs se puede medir de diversas formas, todas ellas tienen inconvenientes.

(i) Indique qué significa DL_{50} . [1]

.....

.....

(ii) Sugiera **dos** razones por las que la DL_{50} no es una forma particularmente buena de medir toxicidad. [2]

.....

.....

.....

.....



D4. La longitud de onda de la luz necesaria para romper el enlace entre oxígeno y oxígeno en el ozono es de $3,30 \times 10^{-7}$ m.

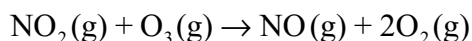
(a) Indique en qué región del espectro electromagnético se encuentra esta longitud de onda. [1]

.....

(b) Dibuje la estructura de Lewis del ozono y explique por qué la longitud de onda de la luz requerida para disociar ozono es mayor que la que se necesita para disociar el oxígeno gaseoso. [3]

.....

(c) En 1995, se otorgó el Premio Nobel de Química a Paul Crutzen, quien mostró que las emisiones de dióxido de nitrógeno de los aviones a reacción podían contribuir a la destrucción de la capa de ozono. La ecuación total para este proceso se da a continuación.



Sugiera un mecanismo para esta reacción. [2]

.....



Opción E – Industrias químicas

E1. El hierro se produce en el alto horno. Tradicionalmente, las materias primas fundamentales que se añadían al horno eran el mineral de hierro, coque, piedra caliza y aire caliente.

- (a) El agente reductor en el alto horno es principalmente el monóxido de carbono. Escriba ecuaciones que muestren **dos** formas diferentes por medio de las cuales se forma el monóxido de carbono a partir de las materias primas en el alto horno. [3]

.....

- (b) En un alto horno moderno, el aire caliente se mezcla con gas natural produciéndose hidrógeno que también actúa como agente reductor. Escriba la ecuación que representa la reducción del mineral tetróxido de trihierro, Fe_3O_4 , usando hidrógeno como agente reductor. [1]

.....

- (c) Una de las impurezas del mineral de hierro es el dióxido de silicio. Explique cómo se elimina durante la producción de hierro en el alto horno. [2]

.....

- (d) Indique cuál es la principal impureza que contiene el hierro obtenido de un alto horno. [1]

.....

- (e) Los envases de acero y los de aluminio, con frecuencia se recogen conjuntamente para su reciclado. Sugiera una forma sencilla para separarlos. [1]

.....



- E2.** (a) Sugiera **dos** razones por las que es necesario eliminar el azufre presente en el petróleo crudo **antes** de refinarlo. [2]

.....
.....
.....
.....

- (b) Indique el principal uso del azufre que se extrae del petróleo crudo. [1]

.....
.....

- (c) Uno de los procesos de refinado es el cracking. Describa las condiciones que se usan para el hidrocracking. [2]

.....
.....
.....
.....

- (d) Otro tipo de cracking es el cracking térmico. Indique la ecuación que representa el cracking del decano, $C_{10}H_{22}$, para producir octano e indique el principal uso del otro producto orgánico. [2]

.....
.....
.....

E3. El silicio que se utiliza para fabricar microprocesadores debe estar en estado muy puro. Primero se lo obtiene reduciendo la sílice, SiO_2 , con carbono.

(a) Indique la ecuación que representa la reducción de la sílice con carbono. [1]

.....

(b) Explique por qué el silicio que se obtiene por este proceso es convertido a continuación en tetracloruro de silicio. [2]

.....

(c) El tetracloruro de silicio se reduce nuevamente a silicio, que se somete a refinado por zonas. Describa el proceso de refinado por zonas. [2]

.....

(d) Describa cómo la luz solar aumenta la conductividad eléctrica del silicio. [2]

.....

(e) La eficacia del efecto fotoeléctrico se puede mejorar añadiendo al silicio un elemento del grupo 3 como el aluminio o el galio. Resuma cómo esto modifica la conductividad eléctrica del silicio. [2]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta E3: continuación)

- (f) Indique el tipo de semiconductor que se forma cuando se añade una pequeña cantidad de arsénico al silicio.

[1]

.....



Opción F – Combustibles y energía

- F1.** (a) Escriba la ecuación nuclear que representa la emisión de una partícula alfa de un átomo de uranio-235. [2]

.....

- (b) El U-235 se desintegra en una serie de etapas originando Pb-207 como producto final. Deduzca el número de partículas alfa y beta emitidas durante la conversión de un átomo de U-235 en un átomo de Pb-207. [2]

Número de partículas alfa emitidas

Número de partículas beta emitidas

- (c) El periodo de semidesintegración del U-235 es de $7,13 \times 10^8$ años. Si en un área en particular había 2,40 kg de U-235 hace $4,278 \times 10^9$ años, calcule la masa del U-235 original que permanece hoy. [2]

.....

- (d) Se puede obtener energía nuclear bombardeando U-235 con neutrones. Además de las barras de combustible, los reactores nucleares contienen también moderadores y barras de control. Para cada uno de ellos, indique **un** material usado y describa su función. [4]

Moderador:

Hecho de

Función

.....

Barras de control:

Hechas de

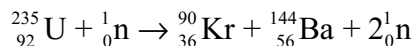
Función

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta F1: continuación)

- (e) La siguiente es una ecuación que describe la fisión del uranio-235 con neutrones.



La tabla siguiente muestra algunas masas relativas.

Especie	Neutrón	U-235	Kr-90	Ba-144
Masa relativa	1,0087	235,0439	89,9470	143,8810

Calcule la cantidad teórica máxima de energía que se podría obtener a partir de la fisión de un mol de uranio-235.

[2]

.....

.....

.....

.....

- F2.** (a) El octano, C_8H_{18} , proviene del petróleo, y el gas natural es principalmente metano. Las entalpías de combustión del metano y el octano son respectivamente -890 y $-5510 \text{ kJ mol}^{-1}$. Determine cuál de los dos combustibles proporciona más energía calórica por combustión completa de 1,00 kg de cada uno de ellos.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) En el futuro, es posible que los automóviles funcionen con celdas de hidrógeno-oxígeno en lugar de gasolina (petróleo). Escriba las semiecuaciones que representan las reacciones que se producen en el electrodo positivo y en el electrodo negativo de una celda de hidrógeno-oxígeno.

[2]

Electrodo positivo

Electrodo negativo



F3. Un método que se usa para almacenar energía es el bombeo de agua hacia un embalse a nivel elevado y luego usarla para producir energía hidroeléctrica cuando se necesite. Otro método es producir hidrógeno a partir del agua y luego hacerlo arder cuando se necesite energía.

(a) Explique por qué ningún método de almacenar energía nunca puede ser 100% eficiente. [1]

.....

(b) Ninguno de los dos métodos mencionados arriba produce contaminantes químicos. Discuta **dos** ventajas y **dos** desventajas de cada método. [8]

Bombeo de agua:

Ventajas

Desventajas

Hidrógeno:

Ventajas

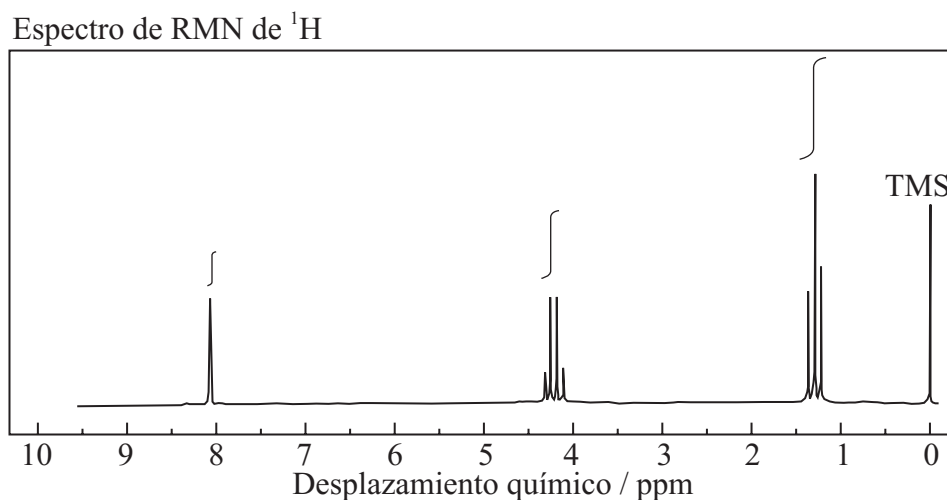
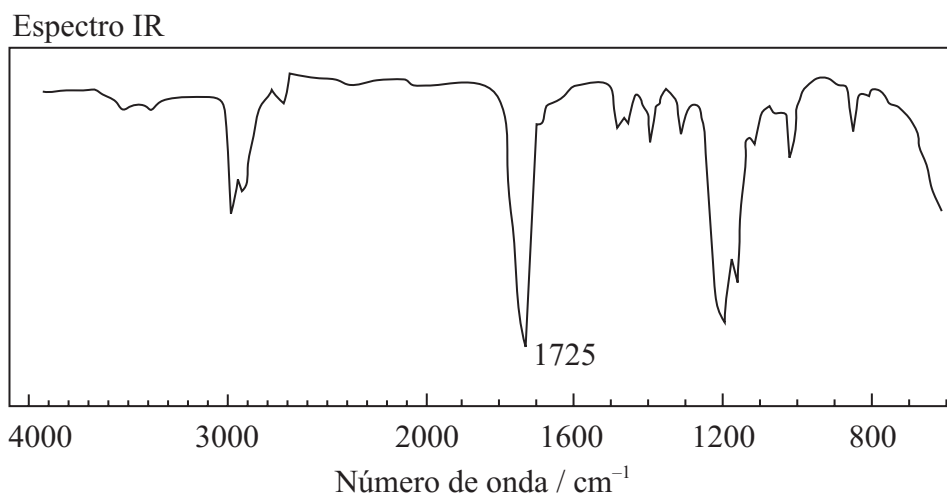
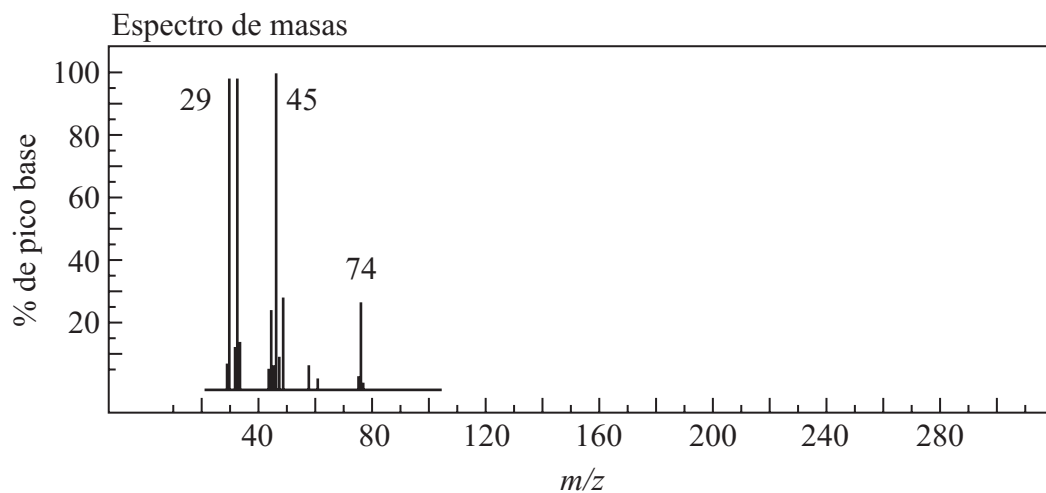
Desventajas

Página en blanco

Opción G – Química analítica moderna

G1. Los compuestos se pueden identificar usando información de sus espectros de masas, sus espectros infrarrojos y sus espectros de RMN de ^1H .

Los espectros siguientes corresponden al metanoato de etilo, HCOOC_2H_5 .



[Fuente: Espectro tomado de: L.Field, S. Sternhell & J. Kalman, *Organic Structures from Spectra*, John Wiley and Sons, 1995]

- (a) (i) Identifique las especies responsables de los picos en valores de m/z de 74, 45 y 29 en el espectro de masas. [3]
- 74
- 45
- 29
- (ii) Explique por qué hay también un pico pequeño en el valor m/z igual a 75. [1]
-
-
- (b) Los enlaces químicos vibran a frecuencias específicas. Explique por qué algunas vibraciones de los enlaces químicos absorben en la zona infrarroja del espectro pero otras no. [1]
-
-
- (c) La absorción a 1725 cm^{-1} en el espectro infrarrojo de la página anterior se debe a la vibración de estiramiento del enlace C=O en el metanoato de etilo. Explique por qué otros compuestos que contienen un enlace C=O no absorben exactamente a 1725 cm^{-1} en la región infrarroja del espectro. [1]
-
-
- (d) El espectro de RMN de ^1H del metanoato de etilo presenta tres picos separados. Use la línea de integración para determinar qué átomo(s) de hidrógeno es/son responsable(s) del pico con desplazamiento químico a 1,3 ppm. [1]
-
-
- (e) Explique por qué el pico situado a 1,3 ppm en el espectro de RMN de ^1H se desdobra en un triplete. [1]
-
-

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta G1: continuación)

- (f) Los desplazamientos químicos de los protones están influidos por varios factores, incluyendo el disolvente. Los valores que se dan en el Cuadernillo de datos no son siempre exactos. Explique cómo usar la información proveniente de la línea de integración y el patrón de desdoblamiento para identificar qué átomo(s) de hidrógeno es/son responsable(s) del pico que presenta desplazamiento a 8,1 ppm. [3]

.....

- (g) El etanoato de metilo, $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ es un isómero del metanoato de etilo. Describa en qué se diferencia el espectro del etanoato de metilo del espectro del metanoato de etilo en cuanto a las siguientes características.

- (i) El pico debido al ion molecular en el espectro de masas. [1]

.....

- (ii) El número de picos y la línea de integración en el espectro de RMN de ^1H . [2]

.....

- (iii) Los patrones de desdoblamiento en el espectro de RMN de ^1H . [1]

.....

- (h) El ácido propanoico es un isómero de ambos ésteres del apartado (g). Describa **dos** maneras en que se diferencia su espectro infrarrojo del de los dos ésteres, diferente de la posición exacta de la absorción del enlace $\text{C}=\text{O}$. [2]

.....

- G2.** (a) La cromatografía gas-líquido se puede usar para separar una mezcla de ésteres. Resuma los principios de la cromatografía gas-líquido, desde la inyección de la muestra hasta la detección de los componentes. [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Identifique qué técnica cromatográfica sería la más adecuada para separar:

- (i) una mezcla de líquidos no volátiles que se descomponen en las cercanías de sus puntos de ebullición [1]

.....

.....

- (ii) dos sustancias coloreadas, si además es preciso disponer de una gran cantidad de una de ellas en estado puro [1]

.....

.....

- (iii) una mezcla de pigmentos para determinar si contiene alguna sustancia ilegal coloreada. [1]

.....

.....

Opción H – Química orgánica avanzada

H1. El 1-buteno, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$, puede sufrir una reacción de adición electrófila con bromuro de hidrógeno originando 1-bromobutano o 2-bromobutano.

- (a) Explique cómo se forman **dos** posibles intermediarios en esta reacción, usando flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos. [3]

- (b) Identifique el producto principal de esta reacción y explique por qué se forma preferentemente con respecto al otro producto posible. [2]

.....

- (c) El punto de ebullición del 1-bromobutano es de 101°C a presión atmosférica. Indique, razonadamente, si el punto de ebullición del 2-bromobutano es el mismo, mayor o menor que 101°C a presión atmosférica. [2]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta H1: continuación)

- (d) Indique y explique si el 1-bromobutano y/o el 2-bromobutano pueden existir en forma de enantiómeros. [2]

.....
.....
.....

- (e) Indique **una** propiedad física que sea diferente en dos enantiómeros del mismo compuesto y describa cómo usar esta propiedad para diferenciarlos. [2]

.....
.....

H2. El metilbenceno reacciona con cloro cuando se lo calienta con cloruro de aluminio en la oscuridad.

- (a) Identifique los **dos** productos orgánicos principales que se forman en esta reacción. [1]

.....

- (b) Explique la función del cloruro de aluminio. Incluya una ecuación en su respuesta. [2]

.....

- (c) Explique por qué la reacción entre el metilbenceno y el cloro en estas condiciones es más rápida que la reacción entre el benceno y el cloro en las mismas condiciones. [2]

.....

- (d) Explique por qué la reacción entre el metilbenceno y el cloro en estas condiciones se puede describir como una reacción redox. [1]

.....

- (e) Explique por qué esta reacción también se puede describir como una reacción ácido-base e identifique claramente cuál es el ácido y cuál es la base en la reacción. [2]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta H2: continuación)

- (f) El metilbenceno también reacciona con cloro en presencia de luz ultravioleta. Escriba la fórmula estructural del producto orgánico. [1]

- (g) Indique el nombre del mecanismo de esta reacción y explique la función de la luz ultravioleta. [2]

.....

- H3.** (a) Explique por qué la fenilamina, $C_6H_5NH_2$, es más soluble en una solución acuosa de ácido clorhídrico que en agua pura. [1]

.....

- (b) Explique por qué la fenilamina es una base más débil que la etilamina. [1]

.....

- (c) Explique por qué la 4-nitrofenilamina es una base más débil que la fenilamina. [1]

.....
